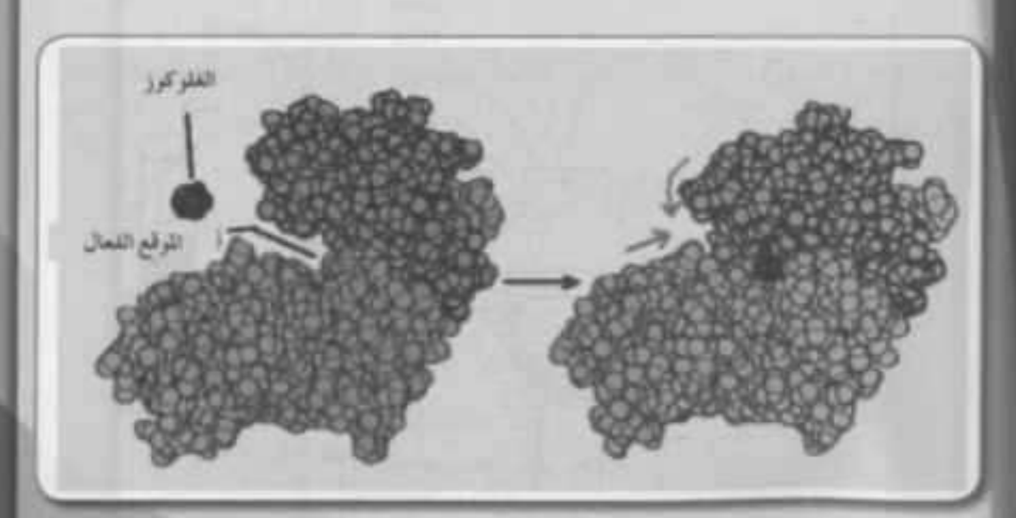
الثابت نتيجة الطاقة المتوفرة لتثبيت كل بروتين. بحسب ترتيبه المتميز في الأحماض الأمينية، ويجب ان نؤكد ان البروتينات ليست في حالة ثابتة ولكنها في حالة ديناميكية بإمكانها ان تتغير من بنيتها اثناء ادائها لوظيفتها البيولوجية. بالإضافة إلى ذلك فان المجموعات الخاصة بباقي الأحماض الأمينية (الجذور R) التي توجد على سطح البروتين لها حرية الحركة بدرجة محسوسة وذلك خلال المذيب الذي يحيط بها.

الوحدة التعلمية الثالثة
النشاط الأنزيمي

ترتبط الحياة في الكائنات الحية بحدوث المئات من التفاعلات الكيميائية المرتبطة بالانشطة الحيوية مثل التنفس والهضم والإخراج والحركة والتركيب الضوئي وغير ذلك. وتحتاج هذه التفاعلات إلى وجود الإنزيمات.

والإنزيمات مركبات بروتينيه تعمل على إسراع التفاعلات الكيميائية في الكائنات الحية. وبدون الإنزيمات تسير هذه التفاعلات ببطء شديد اقرب إلى التوقف.

وتجدر الإشارة إلى ان الخلية الحية - التي قطرها في حدود 20 ميكرومتر فقط يحدث داخلها حوالي 1000 تفاعل كيميائي مختلف، ويرجع الفضل في تنظيم هذه التفاعلات إلى الإنزيمات التي يتحكم كل منها في تفاعل معين. وهناك ايضا إنزيمات تعمل خارج الخلايا مثل تلك التي تقوم بهضم الطعام في تجويف كل من الفم والمعدة والأمعاء.



مكتسبات

تعريف الأنزيم

أولا : هضم النشا تجريبيا بواسطة HCl

تجربة : نضع 10 غرام من مسحوق النشاء في دورق به 200 سم^3 من الماء ثم نقوم بتسخينه حتى الغليان فنتحصل على محلول يدعى مطبوخ النشاء.

➢ نضيف إلى أنبوب اختبار فيه 3 سم^3 من مطبوخ النشاء المبرد قطرات من ماء اليود. نلاحظ أن محتوى الأنبوب يتلون باللون الأزرق البنفسجي.

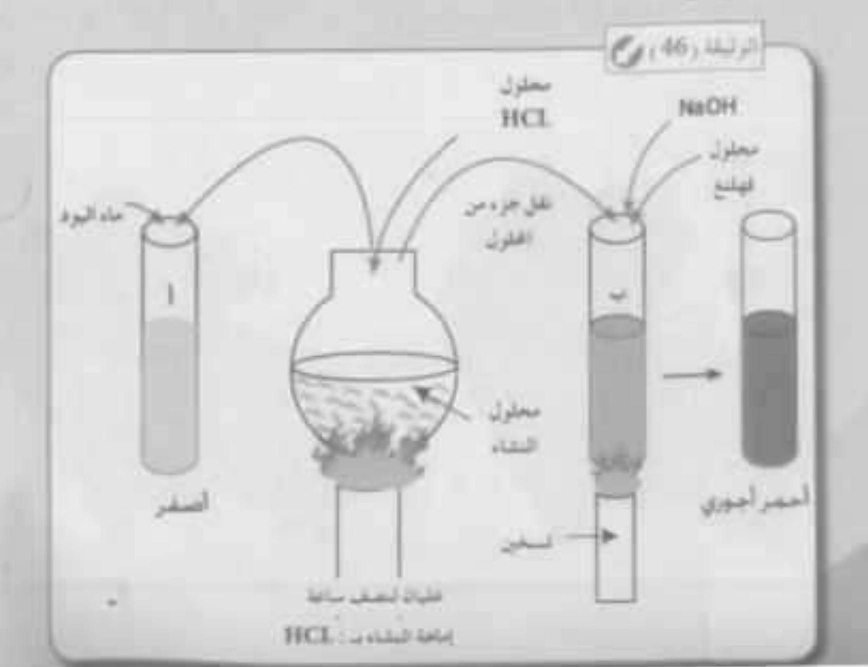
إن ظهور اللون الأزرق البنفسجي دليل وجود النشاء.

➢ نضيف إلى ما تبقى من مطبوخ النشاء عدة قطرات من حمض كلور الماء المركز و نتركه يغلي لمدة نصف ساعة تقريبا .

➢ نأخذ بعد ذلك أنبوبي اختبار نضع في كل منهما 3 سم^3 من المحلول ونعاملهما كما يلي : • نترك الأنبوب الأول يبرد ثم نضيف إليه قطرات من ماء اليود.

• نضيف إلى الأنبوب الثاني قطرتين من الصودا لتعديل حموضته و قطرة من محلول فهلنغ مع التسخين. الوثيقة (46).

الوثيقة (46)



يلاحظ عدم تلون الأنبوب الأول باللون الأزرق البنفسجي، بينما يتلون الأنبوب الثاني ويتشكل راسب أحمر أجوري .

إن عدم التلون بماء اليود يدل على غياب النشاء، بينما تلونه بالأحمر فيدل على ظهور سكر مرجع.

و منه نستنتج أن النشاء يتفكك تحت تأثير الحمض و الحرارة إلى سكر مرجع.

إماهة النشاء باللعاب

تجربة : ضع في أنبوبي اختبار (أ،ب) 15سم^3 من محلول مطبوخ النشاء ثم أضف إلى محتوى الأنبوب (ب) قليلا من اللعاب الطازج، ثم ضع الأنبوبين (أ، ب) في حمام مائي درجة حرارته 37 °م.

بعد مدة زمنية تتراوح بين 10دقائق إلى 20 دقيقة ارفع الأنبوبين من الحمام المائي و وزع محتوى كل أنبوب في أنبوبين جديدين بحيث تحصل على الأنابيب أ، ب، أ/، ب/. الوثيقة (47)

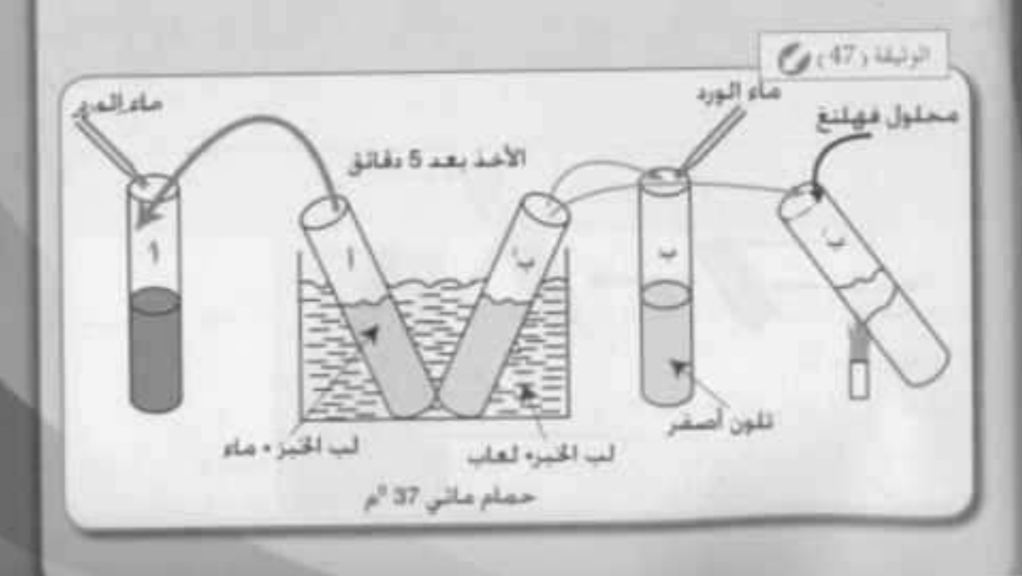
ابحث عن نوع الغلو سيدات باستعمال اليود و محلول فهلنغ.

••• ⟵ ما هو اللون الذي يأخذه محتوى كل أنبوب ؟

••• ⟵ قارن بين النتائج التي تحصل عليها في الأنبوبين أ، ب ؟ ما تأثير اللعاب على الخبز؟

••• ⟵ قارن بين الدور الذي يلعبه كل من HCl و أنزيم اللعابين في تحويل النشا ماذا تستنتج؟

الوثيقة (47)



الاستنتاج

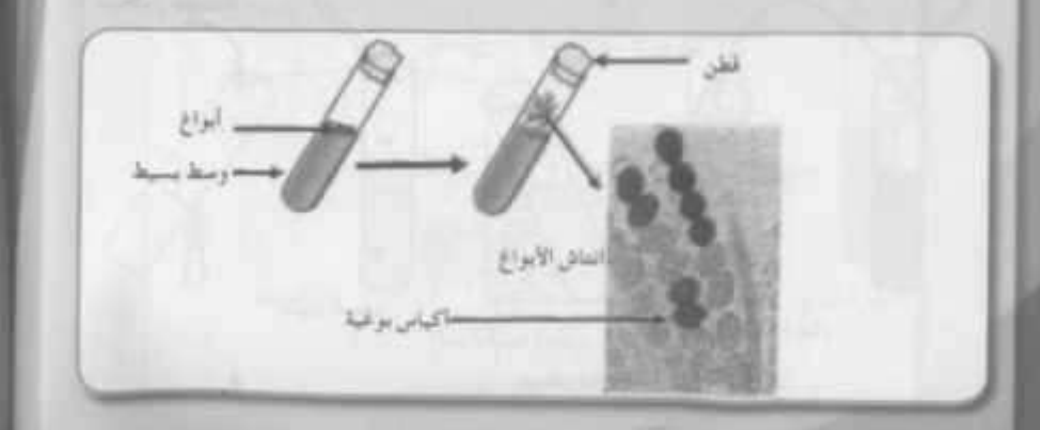
الانزيم عبارة عن بروتين يصنع داخل الخلية و يساهم في إسراع التفاعلات الحيوية مثل هدم النشاء بانزيم اللعابين (الأميلاز اللعابي)، و يشبه في عمله هذا عمل العوامل اللمسية (الوسائط) مثل HCl الذي يستعمل لإسراع التفاعلات العادية في المخبر.

عواقب غياب الأنزيم

تجربة

لإظهار بعض عواقب غياب الأنزيم يستعمل لهذا الغرض نوع من فطر عفن الخبز (فطر النوروسبورا) الذي يتميز بقدرته على النمو في وسط اصطناعي بسيط يحتوي على الحد الادنى من الاغذية اللازمة لنموه (هلام + املاح ازوتية + سكروز+ و فيتامين البيوتين) يستطيع الفطر اعتمادا على هذه العناصر تركيب مختلف العناصر و الجزيئات الضرورية لاستمرار نموه، حيث ينمو و يكون مشيجة تحمل ابواغا إذا زرعت هذه الأبواغ تعيد دورة الحياة .

عرضت أبواغ الفطر إلى الأشعة السينية (X) ثم اختبرت المستعمرات الناتجة عن هذه الأبواغ فوجد ان بعض هذه المستعمرات لا ينمو إلا إذا اضيف إلى الوسط البسيط حمض أميني هو الأرجنين.



أشعة سينية (X)
+ الأرجنين
تعريض الأبواغ للأشعة السينية
لا تنتش الأبواغ في الوسط البسيط
إضافة الأرجنين إلى الوسط البسيط تنتش الأبواغ

كما بينت الدراسات البيوكيميائية وجود مادتين ممهدتين لتشكل الارجنين هما الأورنثين و السيترولين ، حيث وجد أنه :

- تنمو بعض الفطور إذا اضيف إلى الوسط البسيط مادة الأورنثين أو السيترولين.
- و هناك ابواغ اخرى لا تنمو إلا إذا اضيف السيترولين إلى الوسط البسيط.

و الجدول التالي يلخص مراحل النمو :

نمط المجموعة	وسط بسيط	وسط بسيط مضاف إليه		
		الأورنثين	السيترولين	الأرجنين
الطبيعية	+	+	+	+
النمط 1	–	–	–	+
النمط 2	–	–	+	+
النمط 3	–	+	+	+

مقارنة بالنمط الطبيعي الذي ينمو في الوسط البسيط أو بإضافة الارجنين أو السيترولين او الاورنثين نجد ان:

- النمط 1 : لا ينمو إلا بإضافة الارجنين إلى الوسط. البسيط
- النمط 2 : لا ينمو إلا بإضافة الأرجنين أو السيترولين إلى الوسط البسيط.
- النمط 3 : لا ينمو إلا بإضافة الأرجنين أو السيترولين أو الأورنثين إلى الوسط البسيط.

تسمح هذه النتائج بتحديد المراحل المتتالية لتركيب الأرجنين ، كما تسمح أيضا بتحديد المرحلة التي توقف فيها التفاعل. و بذلك تكون مراحل تركيب الأرجنين هي:

مواد أولية —3→ أورنثين —2→ سيترولين —1→ أرجنين .

- النمط العادي قادر على العيش في الوسط البسيط لحدوث التفاعلات 1، 2، 3.
- النمط 1: غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (1) بسبب غياب الأنزيم المشرف على ذلك.
- النمط 2: غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (2) بسبب غياب الأنزيم المشرف على ذلك.
- النمط 3: غير قادر لعدم تحقيق التفاعل (3) بسبب غياب الأنزيم المشرف على ذلك.

و باعتبار هذا التركيب يتكون من سلسلة من التفاعلات الكيميائية، وكل تفاعل كيميائي يتطلب تدخل انزيم ، فإن الاشعة السينية ادت إلى توقف النشاط الانزيمي لتفاعل من سلسلة التفاعلات المؤدية لتشكل الارجنين ، اي ان هناك علاقة بين تركيب المادة والنشاط الانزيمي.

....

• العلاقة بين بنية البروتين و تخصصه الوظيفي

- ترتبط وظيفة الأنزيمات باعتبارها من البروتينات بشكل أساسي بتركيبها، وبنيتها الفراغية.
- إن دراسة سرعة التفاعلات الأنزيمية وتغيراتها مع الشروط التجريبية يسمح بإستنتاج العديد من خصائص الأنزيم و طريقة عمله، ومن أبسط طرق دراسة حركية الأنزيمات هو دراسة العلاقة بين سرعة التفاعل و تركيز مادة التفاعل.
- الأنزيم المستعمل في هذه الدراسة هو أنزيم غلوكوز أوكسيداز (GOD)، و يمكن دراسة التخصص الوظيفي لهذا الإنزيم انطلاقا من دراسة استهلاك الأوكسجين في حالة أكسدة الغلوكوز.

$$Glucose + H_2O + O_2 + GOD \longrightarrow GOD + Acide\ gluconique + H_2O_2$$

غلوكوز + اوكسجين + GOD ← حمض الغلوكونيك + الماء الاكسجيني + GOD

- يمكن قياس النشاط الإنزيمي عن طريق التجريب المدعم بالحاسوب EXAO

حيث تتم دراسة التخصص الوظيفي للإنزيمات انطلاقا من دراسة نتائج استهلاك الاوكسجين المحصل عليه بالتجريب المدعم بالحاسوب (ExAO)، في هذه الحالة يتم الاستعانة بتركيب تجريبي مرتبط بالحاسوب.

ويضم التركيب التجريبي عادة المكونات التالية الوثيقة (48) في حالة أكسدة الغلوكوز المحفز بأنزيم غلوكوز أوكسيداز.

- جهاز إعلام آلي.
- برنامج أنزيمو.
- محلول أنزيم غلوكوز أوكسيداز (بتراكيز مختلفة).
- محلول غلوكوز (بتراكيز مختلفة).
- محلول سكروز.
- وسائل سحب السوائل و الحقن والغسل.

الوثيقة (48)



قياس النشاط الإنزيمي

عن طريق التجريب المدعم بالحاسوب EXAO

أولا: تغيرات السرعة الابتدائية للتفاعل الأنزيمي بدلالة تركيز مادة التفاعل.

تأثير تركيز مادة التفاعل على النشاط الانزيمي يمكن ان يقاس اثناء الاكسدة الأنزيمية للغلوكوز بواسطة أنزيم غلوكوز اوكسيداز (GOD).

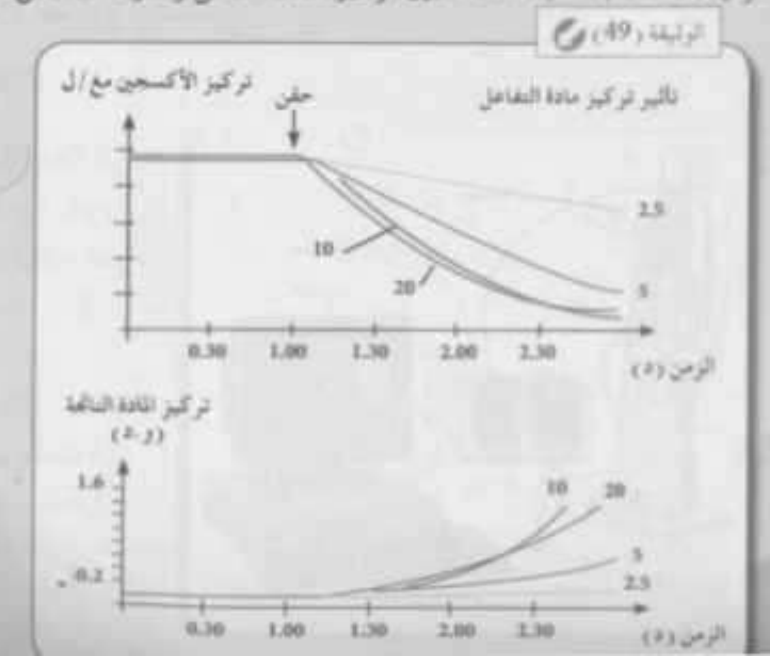
و من اجل تتبع تطور تركيز الاكسيجين في الوسط يستعمل مسبار لقياس الاكسيجين يكون متصلا بجهاز الإعلام الآلي و برنامج « أنزيمو »

تجربة

- بعد تحديد العوامل من شروط عمل الأنزيم(درجة الحرارة ، درجة الحموضة، تركيز الاكسجين) يوضع 8 سم^3 من محلول الجلوكوز بتركيز 1غ/ل في وسط التفاعل.
- يحقن 0.5 مل من الأنزيم.
- تسجل النتائج على الجهاز (على أن لا تتعدى مدة التسجيل 3 دقائق)
- تعاد التجربة باستعمال تراكيز متزايدة من مادة التفاعل (الغلوكوز) (2.5غ/ل، 5غ/ل، 10غ/ل، 20 غ/ل)
- مع استعمال تجربة شاهدة و ذلك باستعمال الماء مكان الغلوكوزللتاكد من دورالأنزيم.

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنيات الوثيقة (49) بالنسبة لاستهلاك الاكسجين و في منحنيات الوثيقة (50) بالنسبة للعلاقة بين تركيز مادة التفاعل و سرعة التفاعل.

الوثيقة (49)



التحليل:

الحالة الأولى: تقاس سرعة التفاعل بكمية الاكسجين المستعملة:

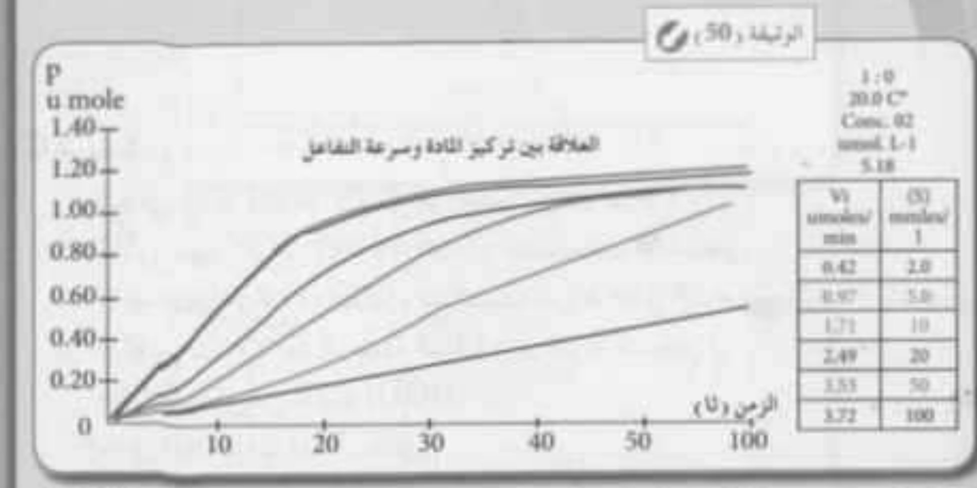
إن كمية الأوكسجين تتناقص من الوسط مع إزدياد تركيز الغلوكوز في الوسط (أي ان كمية استعمال الأوكسجين تتناسب طردا مع نسبة الغلوكوز في الوسط).

الحالة الثانية: تقاس سرعة التفاعل بكمية المادة المتشكلة .

- يلاحظ في التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل ان هناك علاقة خطية بين تركيز المادة و كمية المادة المتشكلة (اي كلما زاد تركيز مادة التفاعل زادت كمية المادة المتشكلة)
- و في التراكيز العالية تقل الزيادة في المادة المتشكلة تدريجيا إلى نقطة تتوقف فيها عن الزيادة رغم زيادة تركيز مادة التفاعل و تسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى Vmax .

و لدراسة حركية الانزيمات اي دراسة العلاقة بين سرعة التفاعل و تركيز مادة التفاعل، يمكن الاعتماد على المنحنى التالي الذي يحدد العلاقة بين التركيز المولاري لمادة التفاعل (S) والسرعة الابتدائية (Vi).

الوثيقة (50)



Vi umoles/min	(S) mmoles/l
0.42	2.0
0.97	5.0
1.71	10
2.49	20
3.53	50
3.72	100

في التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل هناك علاقة خطية بين تركيز المادة و السرعة (Vi) (أي كلما زاد تركيز المادة زادت سرعة التفاعل)

و في التراكيز العالية تقل الزيادة في (Vi) تدريجيا إلى نقطة تتوقف فيها (Vi) عن الزيادة رغم زيادة تركيز مادة التفاعل و تسمى هذه السرعة بالسرعة القصوى Vmax .

ولتفسير ذلك يمكن القول أن الأنزيم يتواجد عادة إما حرا أو مرتبطا، إذ يلاحظ أن في التراكيز المنخفضة لمادة التفاعل تكون اغلب جزيئات الأنزيم في صورة حرة (E) بينما يكون العكس في التراكيز المرتفعة حيث يصبح الأنزيم كله مرتبط (ES) عند Vmax، و عند هذه النقطة يكون الأنزيم مشبع بمادة التفاعل (ES) بحيث ان زيادة تركيز المادة (S) لا يؤثر على السرعة.

$$E + S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons P + E$$

ثانيا : تغيرات الحركية الأنزيمية بدلالة طبيعة مادة التفاعل

نبحث في هذا النشاط تغيرات الحركة الأنزيمية بدلالة مادة التفاعل، و يستعمل لهذا الغرض الغلوكوز و السكروز كمادتي تفاعل و انزيم غلوكوز أوكسيداز كوسيط في التفاعل. وبما أنه يحدث اختفاء للاكسجين من الوسط اثناء التفاعل يمكننا استعمال وسيلة قياس لقياس كمية الاكسجين المستهلكة (Oxymètre)

طريقة الدراسة

تجربة 1

- ضع في وسط التفاعل 15 مل من الغلوكوز بتركيز (1غ/ل)
- اوصل جهاز القياس (oxymètre) و حدد حجم الأكسجين.
- لاحظ التغيرات لمدة دقيقتين، مع تثبيت شروط عمل الأنزيم (حرارة ، أوكسجين، درجة الحموضة) و تحديد نقطة البداية (تركيز الأكسجين).
- احقن 0.5 مل من الأنزيم (GOD) .
- سجل الملاحظات لمدة 3 دقائق.

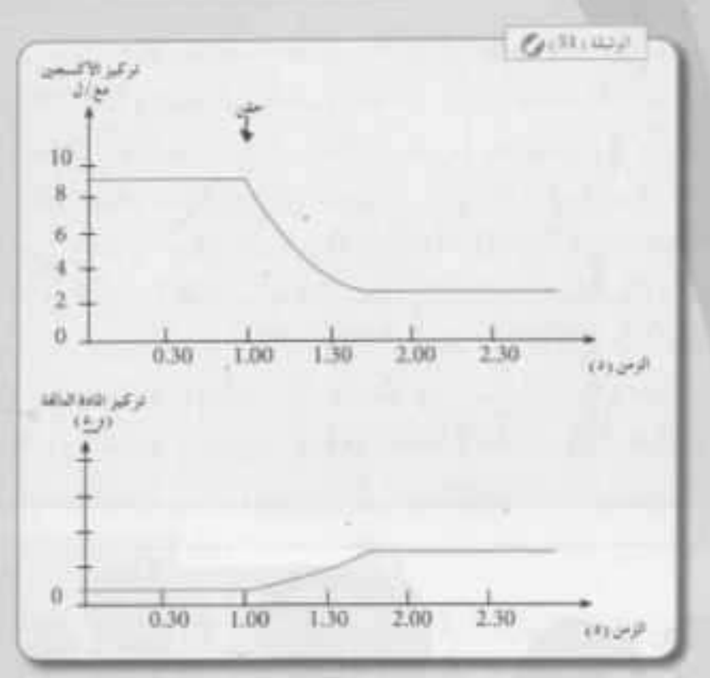
تجربة 2

أعد التجربة باستعمال السكروز مكان الغلوكوز

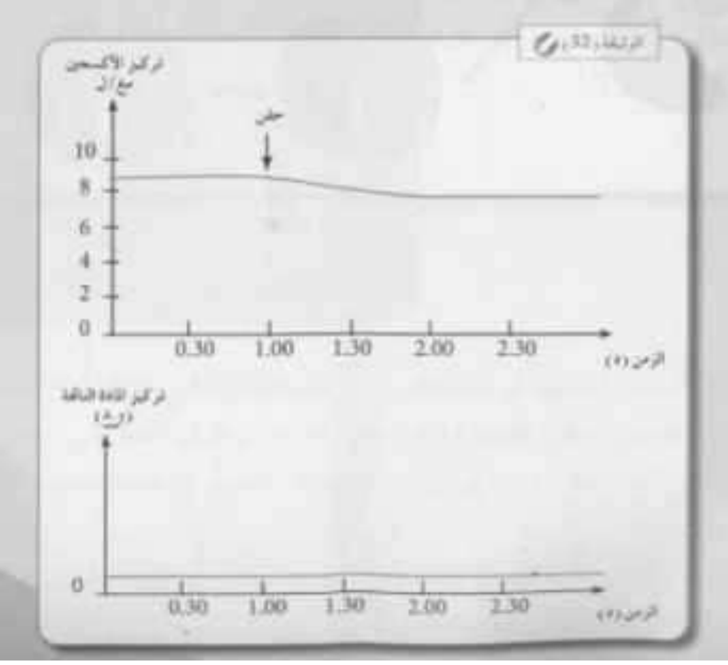
ملاحظة : يجب تنظيف الجهاز قبل استعمال مادة جديدة.

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنيات الوثائق (51 و 52)

أولا : الغلوكوز

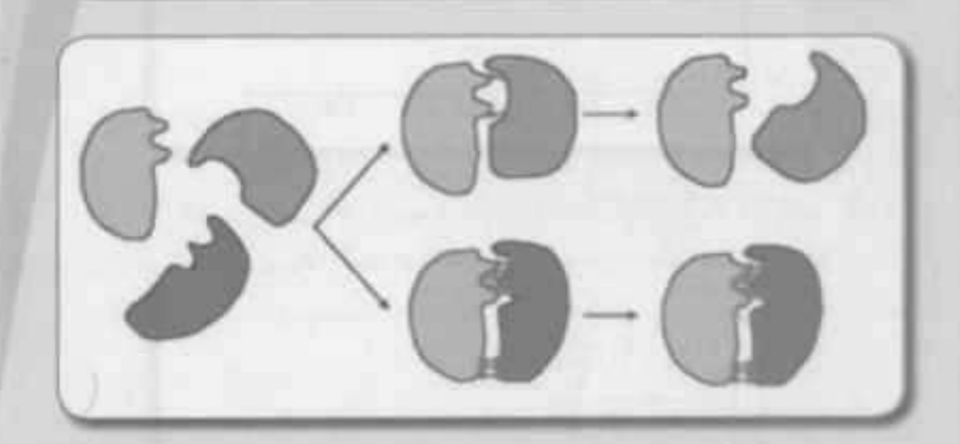


ثانيا : السكروز



الاستنتاج

من هذه النتائج يمكن أن يستنتج التخصص الوظيفي للانزيمات، إن التخصص من اهم مميزات الإنزيمات ويقصد بالتخصص ان لكل إنزيم مادة معينة أو مجموعة مواد متشابهة كيماوياً يستطيع ان يوثر فيها دون غيرها ولتخصص الإنزيمات درجات متفاوتة. فهناك إنزيمات تتخصص في التأثير على المواد ذات التشابه الفراغي ويعرف هذا التخصص بإسم تخصص التشابع الفراغي **Stereo-chemical Specificity** فالمعروف أن معظم المواد الكيماوية التي تتكون اثناء عمليات الهدم والبناء داخل الخلايا الحية ذات التشابه فراغي أي ان منها المركبات اليمينية والمركبات اليسارية ولقد بلغت معظم الإنزيمات درجة كبيرة في تخصصها، حيث أنها تؤثر فقط في المركب اليميني مثلا دون شبيهه اليساري؛ كما في حالة D غلوكوز و L غلوكوز.



التكامل الوظيفي بين مادة التفاعل و الأنزيم

أدلة تشكل المعقد ES (أنزيم - مادة التفاعل)

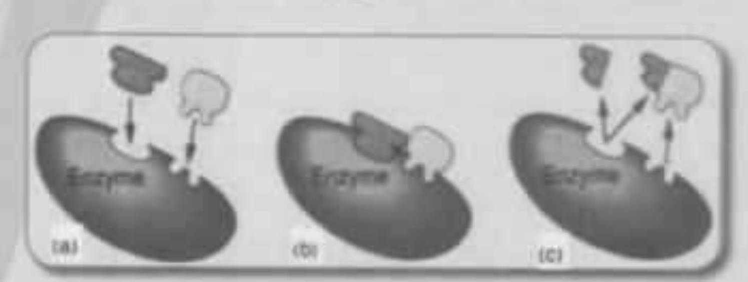
- كان يعتقد ان الإنزيم لا يتحد مطلقاً مع مادة التفاعل **Substrate** وإنما يهيئ وسطاً صالحاً لحدوث التفاعل إذ ان جزيئات مادة او مواد التفاعل تتجمع تجمعاً سطحياً حول دقائق الإنزيم الغروية حيث تتلامس هذه الجزيئات ويتم التفاعل بينها ثم تنتشر المنتجات النهائية وتحل محلها جزيئات جديدة لتفاعل وهكذا. وهناك رأى آخر يقول ان التفاعل الإنزيمي يحدث نتيجة لإتحاد المادة إتحادا فعليا بالإنزيم مكوناً مركباً ما وهذا الاتحاد مؤقت إذ ينحل هذا المركب سريعا بعد احداث تغيير في مادة التفاعل إلى الإنزيم الاصلي ونواتج التفاعل ثم يتحد الإنزيم من جديد بكمية أخرى من مادة التفاعل
- هناك ادلة كثيرة تثبت وجود المعقد ES منها :

الوثيقة (53)



1. تمكن العلماء من رؤية المعقد ES تحت المجهر الالكتروني في بعض الحالات مثل المعقد الناتج من ارتباط انزيم الADN بوليميراز بمادة التفاعل الADN اثناء التضاعف الوثيقة (53).
2. باستخدام الأشعة السينية لوحظ فرق في تركيب الانزيم في حالة E والمعقد ES، إذا كان الانزيم يحتوي على مجموعة غير بروتينية ذات طيف امتصاص معين، فإن هذا الطيف يتغير أثناء التفاعل مشيرا إلى ارتباط هذه المجموعة بمادة التفاعل مما يقلل من امتصاصها.
3. عدم تغير السرعة في التراكيز المرتفعة لمادة التفاعل يشير إلى تشبع الانزيم بمادة التفاعل و هو دليل غير مباشر على وجود المعقد.

الموقع الفعال
أدلة الموقع الفعال



أولا: أدلة الحذف

يحدث هذا في حالات نادرة جدا بحذف بعض الأحماض الأمينية دون التأثير على النشاط الأنزيمي للأنزيم و احسن مثال على ذلك انزيم البابائين (أنزيم يستخرج من عصارة نبات عنب الهند يعوض البيسين في الحالات العلاجية)، حيث يمكن حذف الثلثين من الأحماض الامينية دون التأثير على النشاط الأنزيمي، ومن ذلك فإن عدد الأحماض الأمينية التي تتدخل في النشاط الأنزيمي يكون قليلا جدا.

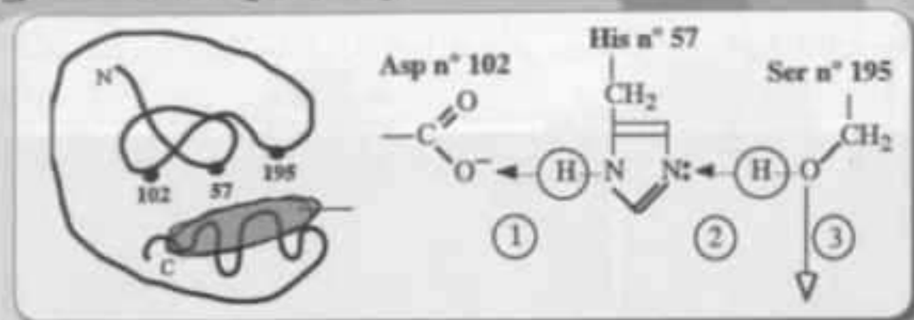
ثانيا : تحديد الموقع الفعال

إن الطريقة الأكثر استعمالا هي استعمال بعض الكواشف التي ترتبط مع بعض الأحماض الأمينية، فإن كانت الأحماض الأمينية من مكونات الموقع الفعال يتم تثبيط الأنزيم و يصبح غير فعال.

مثال :DFP (Di-Isothiocyanate) الذي يتحد نوعيا بالحمض الأميني المعروف باسم السيرين (sérine) و بذلك فهو يلعب بالخصوص دور مثبط لتفاعلات الأماهة وخاصة أنزيم (أسيتيل كولين استيراز).

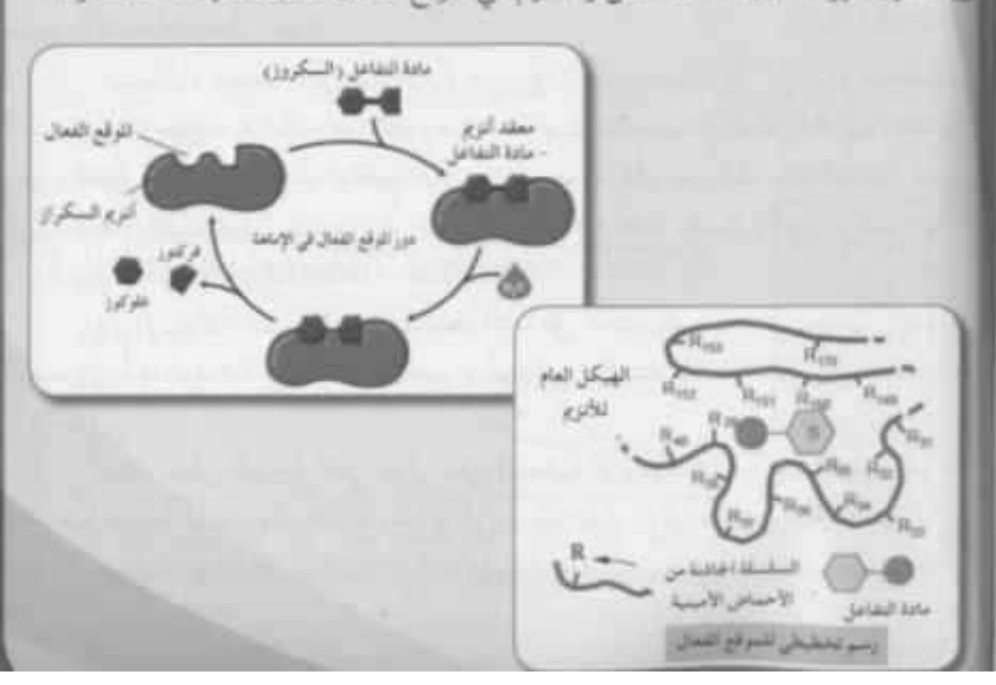
النتيجة

الموقع الفعال جزء من الأنزيم، نشط يقع داخل منطقة كارهة للماء، و هي المنطقة من الأنزيم ترتبط بها مادة التفاعل و تحتوي على الأجزاء التي تشارك في التفاعل مباشرة.



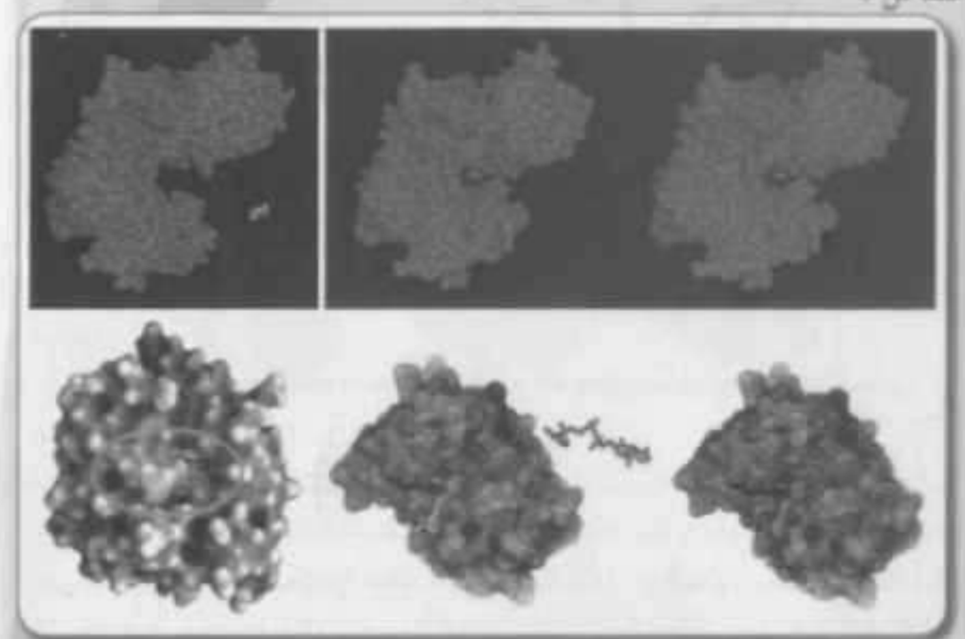
يمتاز الموقع الفعال للأنزيم بما يلي :

1. يأخذ حيزا صغيرا من الأنزيم أي أن أغلب الأحماض الأمينية لا تشارك في التفاعل مباشرة.
2. يأخذ شكل ثلاثي الأبعاد و قد يتكون من أحماض أمينية بعيدة عن بعضها في التسلسل.
3. هناك تكامل بنيوي في الشكل الفراغي بين مادة التفاعل و الموقع الفعال للأنزيم ، ويشبه التكامل بين القفل و المفتاح حسب نموذج فيشر (Fisher) أو يغير الأنزيم من بنيته الفراغية التي تسمح بتكوين معقد أنزيم مادة التفاعل أو الهدم أو الاثنين معا، وبذا فإن الإنزيم لا يؤدى دوره الوظيفي مع أية مركبات ، لكن فقط مع مركب أو مركبات محدودة تماما.
4. تكون الروابط بين مادة التفاعل و الأنزيم في الموقع الفعال ضعيفة سهلة الانكسار.



رسم تخطيطي للموقع الفعال

والأشكال التالية ثلاثية الأبعاد تبين التكامل الوظيفي بين شكل الموقع الفعال للانزيم و مادة التفاعل :

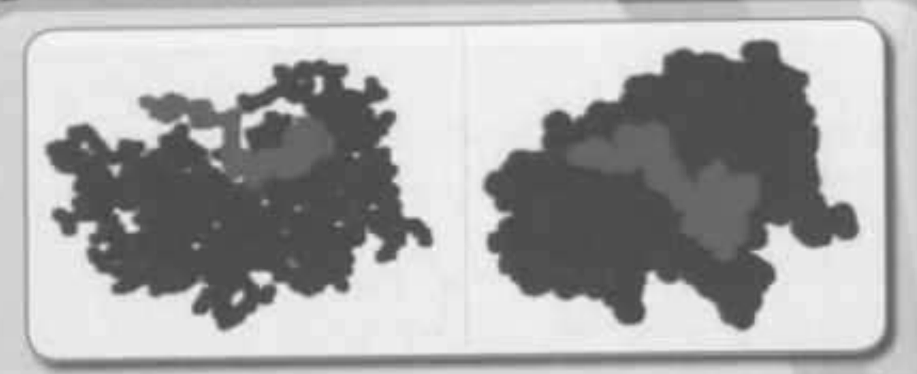


تعمل الإنزيمات كعامل مساعد في التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الكائنات الحية. بحيث تعمل على حدوث هذه التفاعلات في أجزاء من الثانية ، والتي تكون ضرورية للمحافظة على الحياة .

كيميائيا؛ معظم الإنزيمات عبارة عن بروتينات . حيث ان كل انزيم متخصص له بنية فراغية خاصة به تمكنه من اداء وظيفته، حيث يتناسب مع شكل الجزيء المتفاعل معه (القفل والمفتاح). ولأن توافقية الإنزيمات موجودة فان جزيئات مادة التفاعل تحضر في مكان الربط المناسب وتتحد مع الجانب الفعال للانزيمات بحيث يكون مركب معقد ومؤقت (enzyme – substrate complex).

إن الإنزيمات تقلل طاقة التنشيط للتفاعل الكيميائي عندما يحدث التفاعل الكيميائي ويتكون الناتج فان الانزيم يتحرر ويعود إلى تركيبته الأصلية لكي يتم استخدامه مرة أخرى.

هناك بعض العوامل التي تؤثر على الفعالية الإنزيمية مثل درجة الحرارة ودرجة حموضة الوسط لذلك فان الانزيم يحتاج إلى درجة حرارة ودرجة حموضة مناسبة لكي يقوم بعمله بهذا إضافة إلى تركيز مادة التفاعل و نوعها.



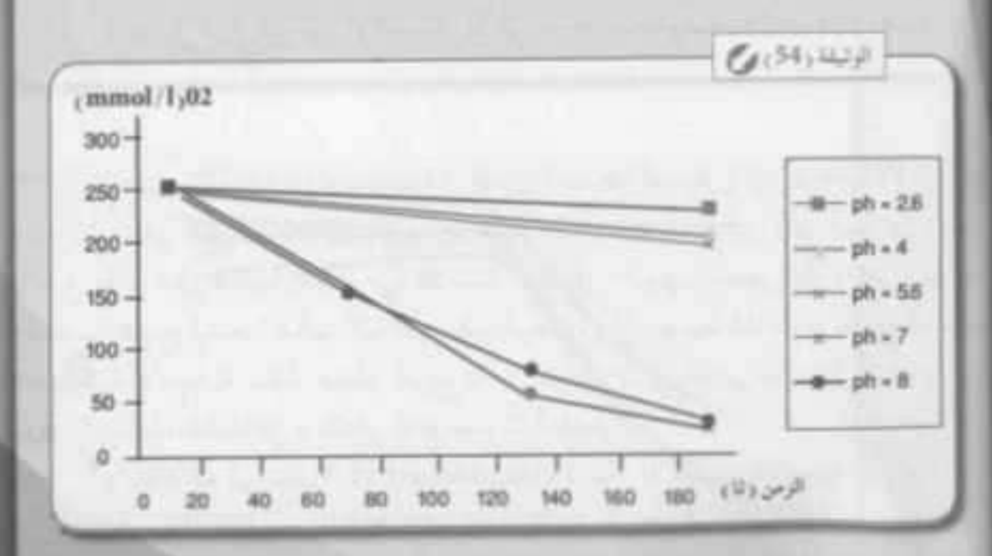
♦ تأثير درجة الحموضة (PH)

بالعودة إلى تجربة تأثير تركيز مادة التفاعل على النشاط الانزيمي في أكسدة الغلوكوز بواسطة أنزيم غلوكوزاوكسيداز و بالاعتماد على تحليل منحنيات استهلاك الاوكسجين المحصل عليها بطريقة التجريب المدعم بالحاسوب يمكن دراسة تأثير درجة الحموضة على نشاط الانزيمات .

تعتمد التجربة على تثبيت كل العوامل من (الانزيم، مادة التفاعل، درجة الحرارة، الاكسجين) وتغيير درجة الحموضة باستعمال محاليل موقية من حمض الفوسفات بتراكيز متزايدة:

• المنحنيات التالية (الوثيقة 54) تمثل تغيرات سرعة التفاعلات الانزيمية بدلالة درجة الحموضة pH .

الوثيقة (54)



التحليل و التفسير

يلاحظ من تحليل المنحنيات أن كمية الاكسجين تنخفض في الوسط كلما ابتعدت درجة الحموضة عن التعادل أي كلما ابتعدنا عن PH =7 إذ أن زيادة الحموضة أو زيادة قلوية الوسط يؤدي إلى نقص استهلاك الاكسجين و بالتالي تنخفض سرعة التفاعل الأنزيمي و هذا له التأثير على كمية المادة المتشكلة.



النتيجة :•

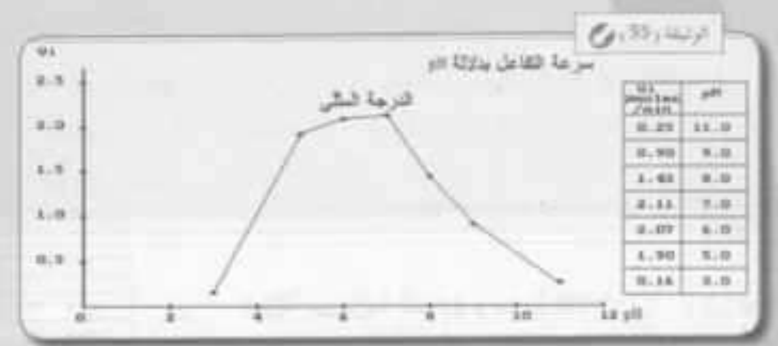
لا يعمل انزيم غلوكوز أوكسيداز إلا في درجات حموضة ملائمة لحياة الخلية.

باعتبار الأنزيمات مواد بروتينية (تحتوي أحماضا أمينية) فإن درجة PH الوسط ذات تأثير على المجموعات الأمينية و الحامضية الحرة (القابلة للتأين) في البروتين وذلك بالطبع يؤثر على فعالية الأنزيم في ملامسة التفاعل الحيوي المختص به ، ففي الوسط الحمضي تصبح الشحنة الكهربائية الاجمالية موجبة، و في الوسط القاعدي تصبح الشحنة الكهربائية الاجمالية سالبة فيفقد الموقع الفعال شكله المميز بتغيير حالته الايونية، و هذا يعيق تثبيت مادة التفاعل و بالتالي يمنع حدوث التفاعل .

و بالاضافة إلى تأثير الـ PH في الطبيعة الأيونية للاحماض الامينية للانزيم ، فإن درجات الحموضة العالية و المنخفضة قد تفقد الانزيم طبيعته البروتينية كليا، اي تحطمها مما ينتج عنه فقدان فعاليته في إسراع التفاعل الذي يلامسه ، و هذه هي في الواقع العوامل المحددة لعلاقة الـPH بفعالية الانزيم و التي يبينها الشكل البياني للوثيقة (55)، والذي يظهر

بوضوح أن هناك درجة حموضة تعتبر مثلى بالنسبة لسرعة التفاعل و تسمى بالدرجة المثلى أو الملائمة.

الوثيقة (55)



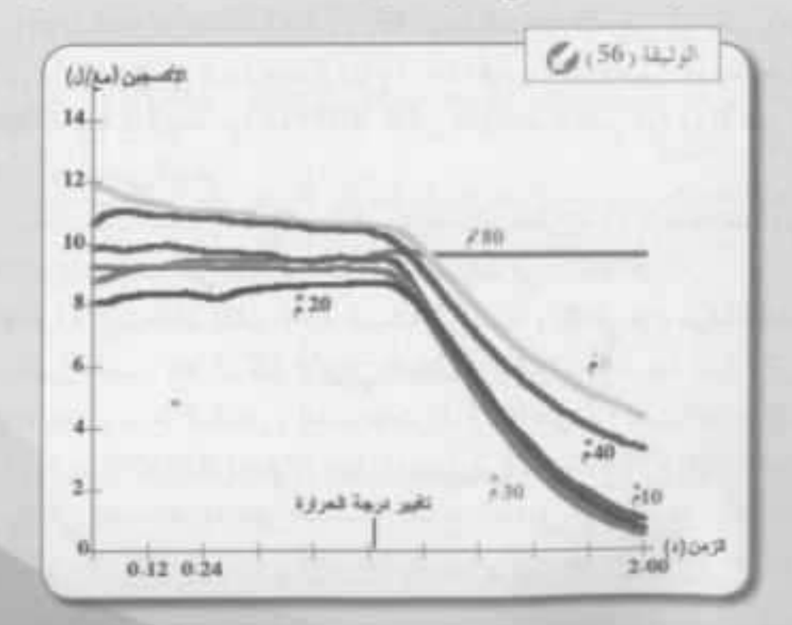
♦ تأثير درجة الحرارة

بالعودة إلى تجربة تأثير درجة أكسدة الغلوكوز بواسطة انزيم غلوكوزأوكسيداز وبالاعتماد على تحليل منحنيات استهلاك الاوكسجين المحصل عليها بطريقة التجريب المدعم بالحاسوب يمكن دراسة تأثير درجة الحرارة على نشاط الأنزيمات .

تعتمد التجربة على تثبيت كل العوامل من (الأنزيم، مادة التفاعل، درجة الحموضة، الاكسجين) و تغيير درجة الحرارة باستعمال حمامات مائية متزايدة درجة الحرارة (من المنخفضة إلى المرتفعة).

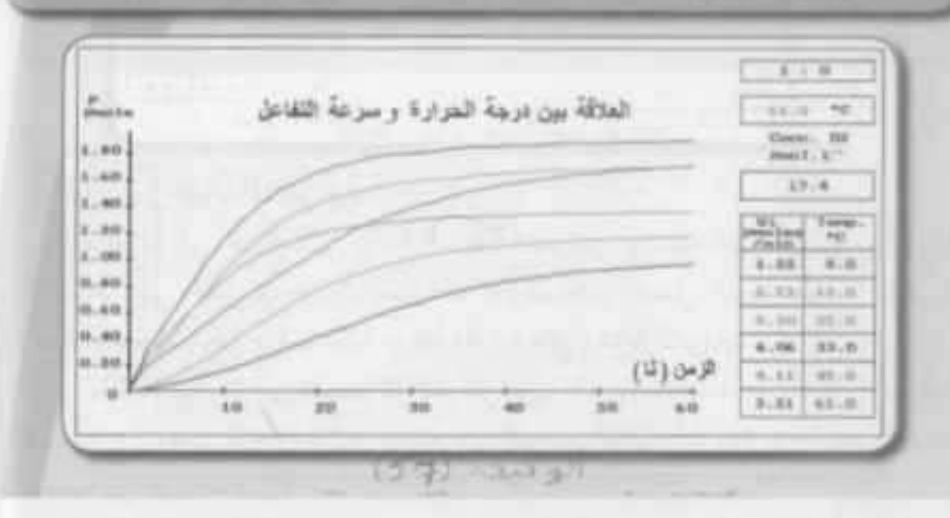
المنحنيات التالية الوثيقة (56) تمثل تغيرات سرعة التفاعلات الأنزيمية بدلالة درجة الحرارة

الوثيقة (56)



التحليل و التفسير

يلاحظ من تحليل المنحنيات ان كمية الاكسجين تنخفض في الوسط كلما ارتفعت درجة الحرارة عن إذ ان زيادة الحرارة يؤدي إلى نقص في استهلاك الاكسجين و بالتالي تنخفض سرعة التفاعل الانزيمي و هذا له تاثير على كمية المادة المتشكلة.



يؤدي ارتفاع درجة الحرارة الى زيادة سرعة التفاعل الانزيمي إلى حد معين فقط، إذ تزداد سرعة التفاعل في البدايه مع ارتفاع درجة الحراره لغاية وصول درجة الحراره المثلى (Optimal) كما توضحه الوثيقة (57) ولكن عند الدرجات الحراريه الأعلى تنخفض السرعه تدريجيا حتى الصفر.

و بذلك فإن معظم التفاعلات الكيميائية تتاثر بالحرارة، و التفاعلات الحيوية التي تلامسها الانزيمات تعتبر هي الأخرى حساسة للتغيرات في درجة الحرارة.

فالحرارة المرتفعة قد تفقد الانزيم طبيعته البروتينية و بالتالي فإن سرعة التفاعل الذي يلامسه تنقص بسبب قلة التركيز الانزيمي الفعال، فمثلا برفع درجة الحرارة إلى 40 °م تقريبا يزداد معدل سرعة التفاعل، اما درجات الحرارة الاعلى من تلك الدرجة فإنها تحطم الطبيعة البروتينية للانزيم تدريجيا، و عند الوصول إلى الدرجة 55 °م فإن الانزيم يتحطم كليا، و بالتالي يفقد قدرته على ملامسة إسراع التفاعل الحيوي، مما ينتج عنه توقف التفاعل نهائيا بعد تلك الدرجة و ذلك بعد ان يبطئ إلى حد كبير عند حدث التحطم الحراري.

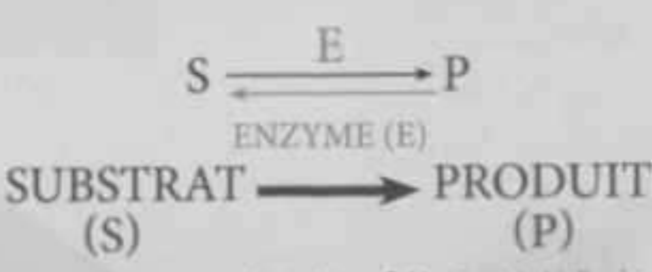


تؤثر درجة الحراره بطريقتين

1. ارتفاع درجة الحراره يزيد من سرعة حركة الجزيئات وبالتالي ازدياد احتمال تصادف الانزيم مع مادة الاساس.
2. زيادة سرعة تخثر الانزيم بسبب ارتفاع درجة الحراره كون الانزيم هو بروتين حيث تؤدي الحرارة العاليه الى هدم البناء الفراغي وفقدانه وظيفته. درجة الحرارة 37 مئويه عادة هي درجة الحراره المثلى لعمل الانزيم، في حين ان درجة حرارة منخفضة تسبب توقف عمل الانزيم.

التأثير الاجمالي

- تاثير إجمالي لدرجة الحموضة ودرجة الحرارة على المحفزات الحيوية الأنزيمية والعواقب المترتبة على ذلك.
- إن من أهم الخصائص التي تنفرد بها الخلية الحية هي قدرتها على القيام بتفاعلات كيميائية معقدة بسرعة فائقة في درجة حرارة و PH الوسط المحيط بها.



و مثل هذه التفاعلات قد لا تحدث اصلا او تسير ببطء شديد، في معزل عن الخلايا الحية، والعوامل الاساسية التي تشترك في تلك التفاعلات الحيوية الهامة داخل الخلية